

Rancang Bangun Goniometer Elektronik Sebagai Alat Latihan *Range of Motion* Pada Pasien Diabetes

Syahrudin¹, Rika Wahyuni Arsianti²

^{1,2}Universitas Borneo Tarakan, Jl. Amal Lama No.1, Kota Tarakan, Kalimantan Utara, Indonesia

email:emailsyahruddinsyarief@gmail.com¹, rkwahyuni@gmail.com²

Abstrak - Salah satu cara untuk merehabilitasi pasien penderita Diabetes Mellitus (DM) adalah dengan melakukan latihan gerakan senam *range of motion* (ROM). Goniometer digunakan sebagai alat bantu untuk menghitung sudut capaian gerakan pasien yang melaksanakan latihan ROM. Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat suatu alat goniometer elektronik yang mampu menghitung sudut capaian gerakan pasien saat melaksanakan latihan ROM. Penelitian ini akan membandingkan hasil pengukuran dari goniometer dan hasil pengukuran dari alat goniometer elektronik yang dirancang yang menggunakan sensor *Gyroscope* MPU 6050 sebagai pengukur sudutnya. Data hasil pengukuran pada alat yang dirancang dikirim menggunakan modul *Bluetooth* HC-05 dan kemudian akan ditampilkan pada android. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa dapat dirancang dan dibangun sebuah alat goniometer elektronik yang dapat mengukur sudut capaian ekstensi kaki pada latihan *range of motion* (ROM) tanpa perlu mengukur secara manual dengan menggunakan penggaris goniometer dengan keakuratan yang cukup baik dengan nilai eror alat keseluruhan adalah 2,5 %.

Kata Kunci - *Range of motion, Bluetooth HC-05, Sensor Gyroscope MPU 6050.*

Abstract - One way to rehabilitate patients with Diabetes Mellitus (DM) is to do range of motion (ROM) exercises. Goniometer is used as an instrument to calculate the angle of movement of patients carrying out ROM exercises. The purpose of this study is to make an electronic goniometer that is able to calculate the angle of achievement of the patient's movements while carrying out ROM exercises. This research will compare the measurement results from the goniometer and the measurement results from an electronic goniometer that is designed that uses the MPU 6050 gyroscope sensor as an angle gauge. Measurement data on the designed device is sent using the HC-05 Bluetooth module and then displayed on Android. The results of the research show that an electronic goniometer tool can be designed and built to measure the angle of leg extension achievement in a range of motion (ROM) exercise without the need to measure it manually using a goniometer ruler with good enough accuracy with an overall error value of the instrument is 2.5%.

Keywords - *Range of motion, Bluetooth HC-05, Gyroscope Sensor MPU 6050.*

I. PENDAHULUAN

Diabetes merupakan kumpulan penyakit metabolik yang ditandai dengan hiperglikemia akibat kelainan sekresi insulin, kerja insulin, atau keduanya [1]. Pada pasien penderita *diabetes mellitus* (DM), sirkulasi darahnya terganggu akibat adanya penyempitan pembuluh darah yang membuatnya lebih rentan terhadap komplikasi yang disebut neuropati diabetes. Kondisi ini menyebabkan kerusakan saraf tepi yang ditandai dengan sensasi kebas, mati rasa pada kaki dan kesulitan menggerakkan kaki karena gangguan saraf dengan otot kaki.

Salah satu cara untuk merehabilitasi pasien penderita *diabetes mellitus* (DM) adalah dengan melakukan latihan gerakan senam *range of motion* (ROM). Latihan *range of motion* (ROM) adalah latihan yang dilakukan untuk mempertahankan atau memperbaiki tingkat

kesempurnaan kemampuan menggerakkan persendian secara normal dan lengkap untuk meningkatkan massa otot dan tonus otot *Dawe dan Moore-Orr*. Widyawati menyatakan bahwa latihan ringan seperti latihan ROM memiliki beberapa keuntungan antara lain lebih mudah dipelajari dan diingat oleh pasien, mudah diterapkan dan merupakan intervensi keperawatan dengan biaya yang murah yang dapat diterapkan oleh penderita DM di rumah. Latihan gerakan senam ROM dibedakan menjadi dua jenis, yaitu ROM aktif yaitu gerakan yang dilakukan oleh seseorang (pasien) dengan menggunakan energi sendiri, sedangkan ROM pasif yaitu energi yang dikeluarkan untuk latihan berasal dari orang lain (perawat) atau alat mekanik. Perawat melakukan gerakan persendian klien sesuai dengan rentang gerak yang normal (klien pasif). Oleh karena itu untuk mempermudah kinerja dari perawat maka dibutuhkan suatu alat yang mampu untuk membantu merehabilitasi pasien penderita DM dalam melakukan latihan gerakan senam *range of motion* (ROM) [2].

Goniometer digunakan sebagai alat bantu untuk menghitung sudut capaian gerakan pasien yang melaksanakan latihan ROM. Saat ini goniometer yang ada di pasaran masih dilakukan secara manual, yaitu meletakkan goniometer pada tubuh pasien untuk mengukur sudut capaian tubuh. Tentu saja hal ini menjadi tidak efektif karena setiap pengukuran masih dilakukan setelah pasien melakukan gerakan pada latihan ROM. Oleh karena itu dibutuhkan suatu instrumen yang mampu menghitung sudut capaian pasien dalam melaksanakan latihan ROM dengan lebih mudah untuk mempermudah kinerja terapis maupun pasien yang melaksanakan latihan ROM sebagai upaya pencegahan ulkus diabetik. Menurut Marelli dalam penelitian Lukita [3], diabetes melitus adalah suatu sindrom kurangnya sekresi insulin atau kerja insulin kurang efektif atau keduanya yang menyebabkan kadar gula darah meningkat. Diabetes merupakan kumpulan penyakit metabolik yang ditandai dengan hiperglikemia akibat kelainan sekresi insulin, kerja insulin, atau keduanya [1]. Pasien DM tidak dapat menyerap glukosa dengan benar sehingga glukosa tetap beredar dalam darah, kondisi seperti ini disebut dengan hiperglikemia [4]. Diabetes melitus ditandai dengan tingginya kadar glukosa dalam darah yaitu kadar glukosa dalam darah yaitu kadar glukosa darah puasa lebih dari 126 mg/dl atau glukosa darah dua jam setelah makan lebih dari 200 mg/dl.

Range of motion (ROM) adalah latihan yang dilakukan untuk mempertahankan atau memperbaiki tingkat kesempurnaan kemampuan menggerakkan persendian secara normal dan lengkap untuk meningkatkan massa otot dan tonus otot [5]. *Dawe & Moore-Orr* dalam penelitian Widyawati [2] menyatakan bahwa latihan ringan seperti latihan ROM memiliki beberapa keuntungan antara lain lebih mudah dipelajari dan diingat oleh pasien, mudah diterapkan dan merupakan intervensi keperawatan dengan biaya yang murah yang dapat diterapkan oleh penderita DM di rumah. Manfaat latihan ROM adalah dapat meningkatkan kekuatan otot dan reflek tendon, memperbaiki sensasi proteksi dan nilai ABI, serta meminimalisasi keluhan polineuropati diabetikum sehingga mampu mencegah komplikasi ulkus kaki. Tujuan utama latihan ROM menurut Elli dan Bentz pada penelitian Widyawati meliputi: untuk mengkaji kemampuan rentang gerak sendi, untuk mempertahankan mobilitas dan fleksibilitas fungsi sendi, untuk mengembalikan fungsi sendi yang mengalami kerusakan akibat penyakit atau kurangnya penggunaan sendi, dan untuk evaluasi respons klien terhadap suatu program latihan [2].

Klasifikasi latihan ROM dilakukan sesuai dengan kondisi pasien. Ada 3 bentuk ROM yang disesuaikan dengan kondisi pasien, yaitu ROM aktif yang dilakukan secara mandiri oleh pasien tanpa pengawasan dari perawat, ROM asistif yang dilakukan dengan bantuan perawat jika pasien tidak mampu melakukannya secara mandiri, dan ROM pasif yang dilakukan oleh perawat [6]. Gerakan latihan ROM yang dilakukan pada penelitian ini yaitu dengan melakukan gerakan ekstensi kaki atau ayunan kaki ke depan sebanyak 10 kali pengulangan

selama kurang lebih 15-30 menit. Gerakan latihan *range of motion* (ROM) pada gerakan ekstensi kaki dapat ditunjukkan seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Gerakan Ekstensi Kaki

II. METODE

Pada penelitian ini metode penyelesaian yang digunakan meliputi penyediaan bahan berupa beberapa komponen yang akan digunakan dalam perakitan alat seperti multimeter, Sensor *Gyroscope* MPU 6050, Mikrokontroler Arduino Uno, Modul *Bluetooth* HC-05, kabel *jumper*, solder, timah, PCB, Goniometer. Pada pembuatan alat dan uji coba pada alat. Pembuatan alat dilakukan di Laboratorium Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Borneo Tarakan. Pada penelitian ini penulis menggunakan subjek pasien Non-diabetes sebanyak 5 orang sebagai contoh untuk mengukur nilai sudut capaian ketika subjek pasien Non-diabetes melakukan gerakan ekstensi kaki pada saat melakukan latihan *range of motion* (ROM). Penelitian ini menggunakan sensor *gyroscope* sebagai pengukur sudut.

A. Perancangan Perangkat Keras

Secara keseluruhan dapat digambarkan dalam bentuk diagram blok seperti yang terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Blok Keseluruhan Alat

1. Sensor *gyroscope* diletakkan di daerah betis dengan jarak 21 cm dari *knee joint*, ketika pasien melakukan ayunan kaki, sensor *gyroscope* akan bekerja dan menghasilkan tegangan.
2. Tegangan dari sensor *gyroscope* tersebut kemudian akan dibaca dan dikonversikan oleh mikrokontroler arduino ke dalam satuan sudut.
3. Latihan ROM ekstensi kaki dilaksanakan dengan satu siklus sebanyak 10 kali pengulangan gerakan, selama 15-30 menit disesuaikan dengan kemampuan daya tahan dari pasien.
4. Data sudut capaian akan diolah di dalam mikrokontroler arduino kemudian dikirimkan menggunakan modul *Bluetooth* HC-05 dan akan ditampilkan oleh android pada akhir sesi untuk analisa hasil kemampuan mengayun kaki.

B. Perancangan Perangkat Lunak

Skema dari perancangan program tentang rancang bangun alat pengukur sudut capaian menggunakan sensor *gyroscope* dibuat dalam bentuk diagram alir. Diagram alir/*flowchart* yang dimaksud dapat dilihat pada Gambar 3.

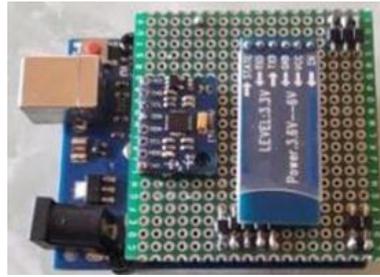


Gambar 3. Flowchart Perancangan Program

Data hasil pengujian sensor *gyroscope* MPU 6050 terhadap beberapa sudut yang diukur menggunakan goniometer dengan masing-masing sudut dilakukan sebanyak 3 kali pengambilan data pada setiap sudut.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Rangkaian keseluruhan alat goniometer elektronik yang dirancang dan dibangun terdiri atas rangkaian sensor *gyroscope* MPU 6050, Arduino Uno R3, dan modul *Bluetooth* HC-05 yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Rangkaian Keseluruhan Alat

A. Pengujian Kalibrasi Sensor Gyroscope MPU 6050

Sensor yang digunakan adalah Sensor Gyroscope tipe GY-521 yang terdapat pada chip MPU 6050 memiliki 8 buah pin namun yang digunakan pada penelitian ini hanya 5 buah pin yaitu pin VCC, Ground, SCL, SDA, dan INT.

TABEL 1 PERBANDINGAN PENGUKURAN SUDUT

No.	Goniometer	Sensor Gyroscope MPU 6050	Rata-Rata
1	50°	49,33°	48,12°
		50,02°	
		45,02°	
2	60°	54,79°	58,53°
		61,15°	
		59,65°	
3	70°	59,07°	69,89°
		72,01°	
		68,59°	
4	80°	81,52°	82,29°
		81,81°	
		83,53°	
5	90°	93,03°	91,24°
		89,22°	
		91,47°	

Data pengujian pada Tabel 1 akan digunakan untuk membuat persamaan matematis pada sketch program sebagai pengkalibrasian sensor. Kalibrasi sensor dilakukan dengan membandingkan data hasil pengukuran pada Tabel 1 menggunakan Goniometer dan Sensor Gyroscope MPU 6050. Untuk menentukan nilai rata-rata dari sensor pada Tabel 1 dapat menggunakan Persamaan 1.

$$\bar{X} = \frac{N_1+N_2+N_3}{3} \tag{1}$$

Dimana

\bar{X} : Hasil rata-rata dari pengukuran sensor

$N_{1,2,3}$: nilai setiap pengukuran sensor

Dari data pada Tabel 1, didapatkan persamaan dengan menggunakan metode regresi linier.



Gambar 5. Grafik Persamaan Goniometer dan Sensor Gyroscope MPU 6050

B. Pengujian Hasil Pengukuran Goniometer dan Sensor Gyroscope MPU 6050

Pada pengujian kali ini dilakukan pada 5 orang sehat atau non diabetes. Tujuan pengambilan data dari 5 orang ini adalah untuk mengetahui akurasi alat goniometer elektronik yang telah dirancang. Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan goniometer yang dipasang pada kaki pasien bersamaan dengan alat goniometer elektronik yang dirancang. Tata letak pemasangan sensor *gyroscope* dan goniometer dapat dilihat pada Gambar 6. Sedangkan hasil pengujian pasien dapat dilihat pada Tabel 2 sampai Tabel 6.



Gambar 6. Pemasangan Sensor *Gyroscope* dan Goniometer

TABEL 2 HASIL PENGUKURAN GONIOMETER DAN SENSOR GYROSCOPE PASIEN 1

No.	Goniometer (°)	Sensor <i>Gyroscope</i> (°)	Eror (%)
1	70	73,91	5,59
2	73	73,94	1,29
3	70	72,17	3,10
4	75	74,61	0,52
5	75	74,63	0,49
6	70	71,67	2,39
7	75	75,64	0,85
8	70	71,39	1,99
9	65	65,29	0,45
10	69	70,94	2,81
Rata-rata			1,95

TABEL 3 HASIL PENGUKURAN GONIOMETER DAN SENSOR GYROSCOPE PASIEN 2

No.	Goniometer (°)	Sensor <i>Gyroscope</i> (°)	Eror (%)
1	60	60,38	0,63
2	65	64,19	1,25
3	68	70,20	3,24
4	80	81,99	2,49
5	84	85,96	2,33
6	40	39,09	2,27
7	67	68,47	2,19
8	70	74,61	6,59
9	59	59,72	1,22
10	50	50,75	1,50
Rata-rata			2,37

TABEL 4 HASIL PENGUKURAN GONIOMETER DAN SENSOR GYROSCOPE PASIEN 3

No.	Goniometer (°)	Sensor <i>Gyroscope</i> (°)	Eror (%)
1	69	68,67	0,48
2	64	62,29	2,67
3	53	50,97	3,83
4	43	39,39	8,40
5	44	41,39	5,93
6	40	36,04	9,90
7	50	50,46	0,92
8	50	50,42	0,84

9	56	55,92	0,14
10	40	39,09	2,27
Rata-rata			3,54

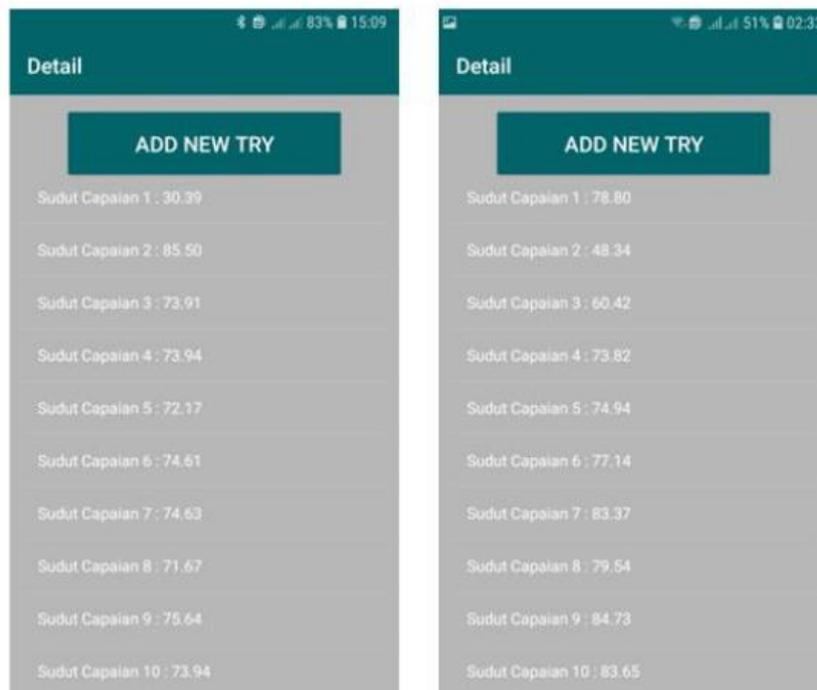
TABEL 5 HASIL PENGUKURAN GONIOMETER DAN SENSOR GYROSCOPE PASIEN 4

No.	Goniometer (°)	Sensor Gyroscope (°)	Error (%)
1	45	48,45	7,67
2	40	40,70	1,75
3	60	60,18	0,30
4	50	53,48	6,96
5	60	63,19	5,32
6	60	61,35	2,25
7	65	66,06	1,63
8	55	56,42	2,58
9	62	63,53	2,47
10	61	61,83	1,36
Rata-rata			3,23

TABEL 6 HASIL PENGUKURAN GONIOMETER DAN SENSOR GYROSCOPE PASIEN 5

No.	Goniometer (°)	Sensor Gyroscope (°)	Error (%)
1	65	66,16	1,78
2	83	82,41	0,71
3	90	89,78	0,24
4	70	72,82	4,03
5	74	74,94	1,27
6	78	77,14	1,10
7	83	83,37	0,45
8	80	79,54	0,57
9	82	84,73	3,33
10	83	83,65	0,78
Rata-rata			1,43

Data hasil pengukuran sudut capaian juga ditampilkan pada aplikasi android sehingga dapat mudah disimpan pada media penyimpanan yang portabel yaitu *smartphone* android. Tampilan aplikasi android yang dirancang dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Tampilan Data Pengukuran Sudut Capaian pada Aplikasi Android

Berdasarkan data hasil pengukuran pada Tabel 2 hingga Tabel 6 menggunakan sensor *gyroscope* yang telah dikalibrasikan menggunakan rumus persamaan dari *regresi linier*. Nilai *error* yang didapatkan sangat kecil. Nilai rata-rata *error* terbesar terdapat pada Tabel 5 yaitu 3,54 % sedangkan nilai rata-rata *error* terkecil terdapat pada Tabel 6 yaitu 1,43 %.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dijabarkan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Perangkat goniometer elektronik berhasil dirancang dan dibangun sebagai alat pengukur sudut capaian ekstensi kaki pada latihan *range of motion* pasien diabetes berbasis Sensor *Gyroscope* MPU 6050 dengan tampilan pada *smartphone* android.
2. Dari hasil pengujian perangkat yang dibangun menunjukkan bahwa alat mampu mendeteksi sudut ayunan kaki ekstensi yang dikalibrasi dengan goniometer dengan eror terkecilnya adalah 1,43 % dan dengan nilai eror dari keseluruhan alat adalah 2,5 %.

REFERENSI

- [1] American Diabetes Association. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes care*, 34 Suppl 1(Suppl 1), 2011: S62–S69.
- [2] Widyawati, I.Y., Irawaty, D., dan Sabri, L. Latihan Active Lower Range Of Motion Menurunkan Tanda Dan Gejala Neuropati Diabetikum. *Jurnal Ners*. 2010; 5(2): 107-117.
- [3] Lukita, Y.I. Pengaruh Range of Motion (ROM) Aktif Kaki Terhadap Risiko Terjadinya Ulkus Kaki Diabetik Pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 di Desa Kaliwining Kecamatan Rambipuji Kabupaten Jember. Jember dan Universitas Negeri Jember; 2016.
- [4] International Diabetes Federation. *IDF Diabetes Atlas. Sixth Edition*. 2013.
- [5] Potter, P.A., & Perry, A.G. *Buku Ajar Fundamental Keperawatan: Konsep, Proses, dan Praktik*. Jakarta: Buku Kedokteran EGC, 2006.
- [6] Smeltzer, S.C., & Bare, B.G. *Buku Ajar Keperawatan Medikal Bedah*. Jakarta: EGC, 2002.